


FFi --

Препринт ФФИ-1235(21)-90

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԶԻ ՌԵՍԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
YEREVAN PHYSICS INSTITUTE



И.А.КЕРОПЯН, Ж.В.ПЕТРОСЯН

РАСЧЕТ ПО МЕТОДУ МОНТЕ-КАРЛО ЭКСПЕРИМЕНТА
ПО ИЗМЕРЕНИЮ ВЫХОДА РЕАКЦИИ $\gamma p \rightarrow n\pi^+$

ЦНИИатоминформ
ЕРЕВАН-1990

Ժ.Վ.ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Ի.Ա.ՋԵՐՈՔՅԱՆ

$\chi p \rightarrow n\pi^+$ ՌԵԱԿՑԻԱՅԻ ԵԼՔԻ ՉԱՓՄԱՆ ՓՈՐՁԻ ՀԱՇՎԱՐԿԸ

ՄՈՆՏԵ-ԿԱՌԼՈ ԵՂԱՆԱԿՈՎ

Ներկայացված է նեյտրոնային դեռեկտորի գրանցման արդյունավետության որոշման Մոնտե-Կառլո հաշվարկը: Ատացված արդյունքները համեմատվել են արդյունավետության տեսական հաշվարկի հետ:

Երևանի Փիզիկայի ինստիտուտ

Երևան 1990



Preprint YERPHI-1235(21)-90

I.A. KEROPIAN, Zh.V. PETROSSIAN

MONTE CARLO CALCULATION OF AN EXPERIMENT ON MEASUREMENT OF
THE YIELD OF THE REACTION $\gamma p \rightarrow n \pi^+$

A Monte Carlo calculation of an experiment on determination of the efficiency of registration of a neutron detector is presented. The obtained results are compared with the calculated efficiency.

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1990

Препринт ЭФИ-1235(21)-90

УДК 519.263:539.17

И.А.КЕРОЛЯН, Ж.В.ПЕТРОСЯН

РАСЧЕТ ПО МЕТОДУ МОНТЕ-КАРЛО ЭКСПЕРИМЕНТА
ПО ИЗМЕРЕНИЮ ВЫХОДА РЕАКЦИИ $\gamma p \rightarrow n \pi^+$

Представлен Монте-Карло расчет эксперимента по определению эффективности регистрации нейтронного детектора. Полученные результаты сравнены с теоретическим расчетом эффективности.

Ереванский физический институт

Ереван 1990

Введение

В настоящее время поиски и исследования дибарионных резонансов, представляющих принципиальную важность для понимания ядерных сил, роли обменных мезонных токов в электромагнитных взаимодействиях адронов, ведутся в процессах pp , pn , πd -рассеяний и в реакциях $pp \rightleftharpoons \pi d$, $\gamma d \rightarrow d\pi^0$, $\gamma d \rightarrow pn$. В частности, в реакции фоторасщепления дейтрона исследование поляризационных параметров (Σ , P , T , ...) представляет особый интерес. Поляризация вторичных протонов, которая чувствительна к вкладам мнимых частей резонансных амплитуд, может стать источником информации о резонансных состояниях двухнуклонной системы.

С целью выполнения дважды поляризационного эксперимента типа "поляризованный пучок - поляризация протонов" для реакции фоторасщепления дейтрона - измерения энергетической зависимости P_{xz} (в плоскости реакции) и P_y (в перпендикулярной ей плоскости) составляющих вектора поляризации протонов для области энергии фотонов $\Delta E_\gamma = (250 - 500)$ МэВ и углов вылета протонов в с.ц.м. $\Delta\theta_p^* = (60 - 80^\circ)$ - был создан двенадцатиканальный нейтронный годоскоп, который в сочетании с пробегным спектромет-

ром-поляриметром [1] будет использован для регистрации нейтронов и протонов из реакции $\gamma d \rightarrow pn$. Определение двух важных характеристик модулей нейтронного годоскопа - эффективности регистрации нейтронов и разрешающего времени нейтронных модулей - проводилось посредством регистрации нейтронов из реакции $\gamma p \rightarrow n\pi^+$.

Для выполнения этих измерений был проведен Монте-Карло расчет с целью определения:

- 1) области кинематических величин исследуемой реакции;
- 2) координатного распределения регистрируемых нейтронов на поверхности детектора;
- 3) базы пролета для время-пролетной спектроскопии нейтронов;
- 4) выхода реакции $\gamma p \rightarrow n\pi^+$ в зависимости от энергии фотонов.

Расчет Монте-Карло проводился дважды. Цель первого расчета заключалась в получении ответа на первые три из перечисленных выше пунктов для проектирования экспериментальной установки и выполнения физических измерений на ней. Второй расчет направлен на определение выхода реакции $\gamma p \rightarrow n\pi^+$ с учетом измеренного падающего на мишень спектра фотонов.

Экспериментальная установка

Экспериментальная установка, состоящая из нейтронного и пионного плеч, схематически представлена на рис.1.

Нейтроны регистрировались модулем нейтронного годоскопа, представляющего собой радиатор из пластического сцинтиллятора

размерами (23 x23x30) см³, просматриваемого фотоумножителем ФЭУ-30. Перед антисчетчиками для отсеечения фотонов от нейтронов установлен свинцовый щит толщиной 2,4 см, который ослаблял поток нейтронов примерно на 6 %.

Расчет показал, что линейные размеры нейтронного модуля на базе 3 м обеспечивали охват нейтронных потоков, соответствующих двум импульсным каналам пионов. Величина выбранной базы достаточна для надежного проведения время-пролетной спектроскопии нейтронов.

Пионное плечо установки представляет собой двухканальный магнитный спектрометр. Поперечные размеры используемых в спектрометре счетчиков и их удаленность от мишени представлены в табл.1, а кинематические условия эксперимента приведены в табл.2.

Спектрометр предназначен для выделения импульсных трактов пионов с охватом ΔP_{π^+} , соответствующих двум одновременно измеряемым значениям кинетических энергий нейтронов в области ΔT_n . Импульсные тракты пионов организовывались с помощью счетчиков $C_1 C_2 C_3$ и $C_1 C_2' C_3'$. Для обеспечения измерений при двух других значениях кинетических энергий нейтронов проводилось изменение значения напряженности магнитного поля таким образом, чтобы выбранным магнитным трактам соответствовали требуемые значения импульсов пионов.

В целях увеличения выхода реакции $\gamma p \rightarrow n \pi^+$ эксперимент проводился в области малых энергий фотонов, где сечение реакции больше, а также с использованием фотонов от когерентного тормозного излучения электронов на кристалле алмаза.

Таблица I

Базы счетчиков и их размеры

Счетчики	l от мишени, см	Размеры, см ³
\bar{A}	302,5	25 x 25 x 2
C_I	110	4,8 x 2 x 0,5
$C_2(C'_2)$	309	14 x 4 x 0,6
$C_3(C'_3)$	360	17 x 7 x 1

Таблица 2

Кинематические условия эксперимента

\bar{E}_γ , МэВ	\bar{T}_n , МэВ	\bar{P}_π , МэВ	$\theta_{\text{пов}}$	$\bar{\theta}_{\gamma\pi}$	N , кЭ	$\bar{\theta}_{\gamma\pi}$
415	130	246	30,3°	26,5°	5	98°
491	175	282	26,2°			
445	150	261	30,3°	27,8°	5,3	96°
530	200	299	26,2°			

Схема и результаты расчета

Монте-Карло расчет эксперимента проводился по следующей схеме.

Разыгрывалась точка взаимодействия проходящего через мишень фотона с веществом мишени в области их пересечения. Разыгрывались энергии фотона в кинематической области эксперимента, угол пиона в области $\pm 0,44^\circ$ по горизонтали и $\pm 0,99^\circ$ по вертикали. Проводился кинематический расчет события, определялись горизонтальный и вертикальный углы нейтрона, его кинетическая энергия. При проверке попадания нейтрона в детектор определялись координаты точки пересечения нейтрона с поверхностью детектора. В случае регистрации нейтрона в модуле проводился переход к пионному плечу. Проверялось попадание пиона на апертурный счетчик C_I . При регистрации пиона в C_I проводилось дальнейшее наблюдение за его прохождением через магнитное поле и проверка попадания в счетчик C_2 , а затем и в C_3 . Событие считается зарегистрированным в случае попадания нейтрона в модуль нейтронного годоскопа, а пиона - в счетчики $C_I, C_2(C_2')$ и $C_3(C_3')$. При этом учитывались как измеренный спектр фотонов, так и сечение реакции.

Число разыгрываемых при расчете Монте-Карло событий строго нормировалось на интенсивность фотонов, при которой проводился эксперимент для каждого из четырех значений кинетической энергии нейтрона.

По отношению выходов реакции $\gamma p \rightarrow n\pi^+$, измеренных в эксперименте и полученных в результате Монте-Карло расчета, опре-

делялась эффективность регистрации нейтронного модуля. Полученные таким путем значения эффективности сравнивались с результатами теоретического расчета, выполненного по методу [2]. Расчет проводился для кинетической энергии нейтронов в области $\Delta T_n = (100 - 300) \text{ МэВ}$. В этом методе рассматриваются взаимодействие падающего на модуль нейтрона со свободными протонами сцинтиллятора, со связанными протонами, с ядрами углерода, а также геометрические размеры и форма модуля. При этом учитывается величина порога, установленного на дискриминаторе нейтронного модуля и его энергетическое разрешение. На рис.2 представлены экспериментально полученные значения эффективности регистрации нейтронов совместно с теоретической кривой. Наблюдается хорошее согласие этих двух результатов, что позволит в последующих экспериментах с использованием нейтронного годоскопа избежать проведения отдельного калибровочного эксперимента по определению эффективности.

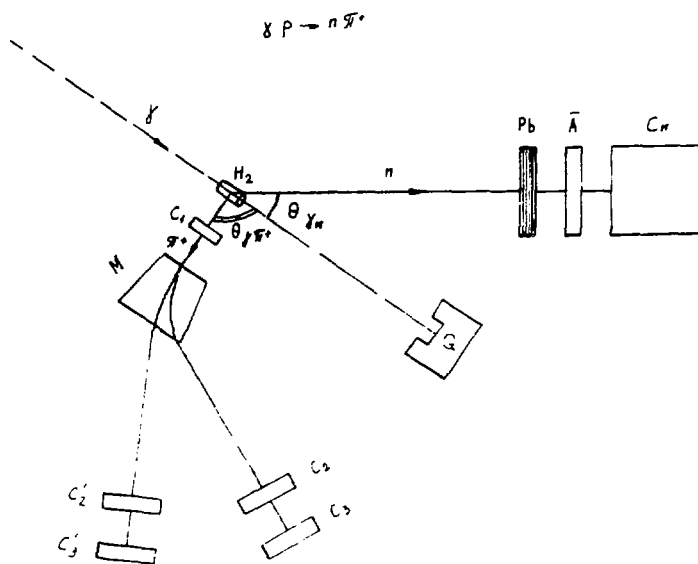


Рис.1 Экспериментальная установка для реакции $\gamma p \rightarrow n \pi^+$

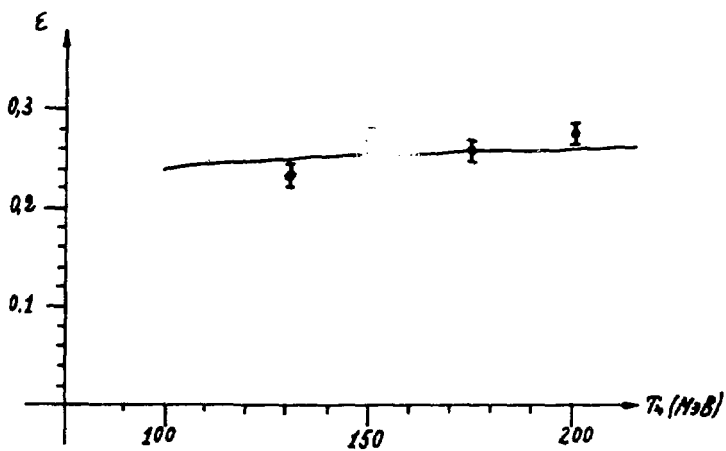


Рис.2 Эффективность регистрации нейтронного модуля

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агабабян К.Ш. и др. Препринт ЕФИ-1223(9)-90, Ереван, 1990.
2. Kurz R.J. University of California Radiation Laboratory Report, UCRL-11339, March, 1964.

Рукопись поступила 29 января 1990 г.

И.А.КЕРОПЯН, Ж.В.ПЕТРОСЯН

РАСЧЕТ ПО МЕТОДУ МОНТЕ-КАРЛО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ИЗМЕРЕНИЮ
ВЫХОДА РЕАКЦИИ $\gamma p \rightarrow n \pi^+$

Редактор Л.П.Мукаян

Технический редактор А.С.Абрамян

Подписано в печать II/IX-90г. ВФ-03433 Формат 60x84/16

Офсетная печать. Уч. изд. л. 0,5 Тираж 299 экз. Ц. 8 к.

Зак. тип. № 226

Индекс 3649

Отпечатано в Ереванском физическом институте
Ереван 36, ул. Братьев Алиханян, 2

**The address for requests:
Information Department
Yerevan Physics Institute
Alikhanian Brothers 2,
Yerevan, 375036
Armenia, USSR**

ИНДЕКС 3649



ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ